

Notas de la reunión de grupo de trabajo de las Béticas Orientales en el contexto de la iniciativa “Fault2SHA”.

La reunión tiene lugar de forma presencial en el área de Geodinámica Interna de la Facultad de Geología de la Universidad Complutense de Madrid, y de forma no presencial a través de MS Teams.

A la reunión asisten de manera presencial:

Gia Khazaradze
Jorge Alonso Henar
José Luis Sánchez Roldán
Carolina Canora Catalán
Alejandra Staller
Juan José Portela
Júlia Molins
Paula Herrero Barbero
Yolanda de Pro
Hector Perea Manera
José A. Álvarez Gómez

Asisten de manera no presencial:

Álvaro González
Ariadna Canari
María José Jiménez
Jorge M. Gaspar Escribano
Eulalia Masana
Sara Martínez Lorient
Octavi Gómez Novel
Laura Gómez de la Peña
Pouyé Yazdi
Juan M. Insua Arévalo
Marisol Monterrubio
María Ortuño
Lucia Lozano
Raquel Martín Banda
Iván Medina
Julián García Mayordomo

La reunión se estructura en 4 partes. Una primera con breves presentaciones de avances recientes en el conocimiento en el Sistema de Fallas de las Béticas Orientales (SFBO), seguida de unas breves presentaciones de los proyectos de miembros del equipo de trabajo que han terminado, están en desarrollo o han sido solicitados. Tras esta sesión y la pausa para comer se retomó la reunión con una charla invitada de Marisol Moterrubio (del Barcelona Supercomputing Center) acerca de los modelos FBM (Fiber Boundle Models) para la generación de catálogos sintéticos de series sísmicas. Para finalizar se abrió un espacio de debate respecto a los presentado a lo largo del día.

A continuación, se detallan algunos aspectos de las charlas y debates surgidos a lo largo de la jornada:

Sesiones:

Presentación de la reunión (11:00-11:10 h)

María Ortuño, miembro del "Executive Committee" de Fault2SHA, hace una breve presentación y desarrollo del "Laboratorio de las Béticas Orientales" en el contexto de la iniciativa europea Fault2SHA, estando esta última enmarcada dentro de la Comisión de Sismología Europea (ESC) como grupo de trabajo.

Sesión 1 (11:10-12:00 h):

Resultados de trabajos recientes en la ZCBO

11:10-11:20 h. Iván Martín Rojas/Iván Medina(UA). Terminación oriental de la EBSZ y resultados geodésicos: Nuevos datos CGNSS del SE de la Comunidad Valenciana. Implicaciones tectónicas.

Iván Medina presenta de manera breve, desde el campo, los resultados preliminares del estudio de velocidades GNSS que están desarrollando en la terminación NE del Sistema de Falla de las Béticas Orientales. La red que utilizan abarca desde Albacete y Valencia hasta el sur de Murcia.

Encuentran un acortamiento NNW en el sector sur con una mayor tasa que hacia el norte. En la zona de Carrascoy estiman una velocidad de 1,2 mm/año, en la que la Falla de Carrascoy absorbería unos 0,7 mm/año. EN la zona de Valencia prevalece una extensión ENE.

11:20-11:30 h. Raquel Martín Banda (IGME). Falla de Carrascoy, estado del conocimiento.

Raquel Martín presenta resultados obtenidos a partir de su tesis doctoral y de nuevo desarrollo. Destaca la presencia de "superciclos" que implican variaciones de las tasas de velocidad de la Falla de Carrascoy en los últimos cientos de miles de años, en los que a tasas bajas a largo plazo se superponen ciclos de unos 10 ka de altas velocidades. Estos superciclos los relaciona además con variaciones en el comportamiento de la rotura de la falla a lo largo del tiempo.

11:30-11:40 h. Octavi Gómez Novell (UB). Transecto paleosismológico en la falla de Alhama de Murcia.

Octavi Gómez presenta resultados relativos al trabajo de paleosismología realizado en su tesis doctoral y presentada recientemente. Ha estudiado una sección de la FAM en la que ha identificado 5 ramas de la misma y ha descrito la ocurrencia de partición de la deformación; teniendo tres de las ramas componente vertical principalmente y las otras dos horizontal. Encuentra que se suceden eventos con intervalos de recurrencia medios de 4,3 +/- 0,4 ka; teniendo un comportamiento estadístico de tipo poissoniano y una tasa de deslizamiento neto de 1,6 m/ka.

11:40-11:50 h. Júlia Molins (UB). Inicio de exploración geomorfológica en la falla de Palomares. Proyecto NSOURCES.

Júlia Molins presenta los objetivos a desarrollar en el trabajo de geomorfología y paleosismología contemplado en el proyecto NSOURCES en el que ella se integrará con un contrato predoctoral. Su trabajo se centrará en la mejora de la cartografía y la identificación de caracteres neotectónicos y paleosísmicos de la Falla de Palomares. Esta falla no está bien caracterizada y es una de las mayores incógnitas en cuanto a su comportamiento sismogénico y neotectónico en el Sistema de Fallas de las Béticas Orientales.

11:50-12:00 h. Jorge Alonso Henar (UCM). Reología en zonas de falla

Jorge Alonso Henar presenta los resultados de su reciente investigación en la FAM. Ha desarrollado un análisis estructural exhaustivo de la cinemática de la zona de falla a partir de datos de campo, petrográficos y geoquímicos. Ha utilizado muestras obtenidas en el sondeo que se hizo en la FAM dentro de un proyecto del grupo UCM así como nuevas muestras obtenidas en secciones de la zona de falla en la zona de la Rambla de la Torrecilla. De acuerdo a sus resultados la zona de falla presenta partición de la deformación con el comportamiento; así la deformación de tipo plástico asociada a pliegues fuera de la zona de falla refleja el acortamiento de campo lejano; mientras que la deformación de la zona de falla refleja de manera diferente la deformación en función del

mecanismo; la deformación plástica coaxial al plano de falla refleja el acortamiento y las estrías que marcan la deformación cosísmica reflejan el desplazamiento entre bloques en campo cercano.

12:00-12:10 h. Laura Gómez de la Peña (ICM-CSIC). Caracterización de fallas del mar de Alborán.

Laura Gómez presenta los resultados de su investigación relativa a la caracterización de fuentes sísmicas tsunamigénicas en el mar de Alborán. Ha utilizado datos de sismica de diferentes campañas para caracterizar la geometría de las fuentes así como las características cinemáticas. Con los datos obtenidos, y utilizando relaciones empíricas como apoyo, ha estimado magnitudes máximas de los potenciales terremotos y ha desarrollado modelos de propagación de tsunami para estimar la amenaza de estos eventos. Destaca la importancia de la caracterización de las fuentes tsunamigénicas y las implicaciones que los diferentes parámetros tienen en los resultados finales de los modelos.

Sesión 2 (12:15-12:55 h):

Proyectos finalizados, en curso y futuros

12:20-12:30 h. Héctor Perea (UCM). Proyecto UNRIDDLE, adquisición de perfiles de sismica en la cuenca del Guadalentín, y proyecto STRENGTH, fallas activas en el mar de Alborán.

Hector Perea presenta los objetivos a desarrollar en el contexto de dos proyectos de los que es investigador principal. Por un lado el proyecto UNRIDDLE, financiado por el programa de atracción de talento de la Comunidad de Madrid, en el que compatibiliza investigaciones marinas con datos previamente obtenidos en la zona de falla de Yusuf, junto a la obtención de perfiles de sismica en diversos transversales a distintas secciones de falla del Sistema de las Béticas Orientales. Por otro lado, presenta también los objetivos a desarrollar en el contexto del proyecto STRENGTH que codirige junto a Eulalia Gràcia, y en el que plantean realizar diversos perfiles de sismica marina y toma de datos con AUV en el Mar de Alborán. Finalmente comenta que la campaña de adquisición de perfiles de sismica de reflexión transversales a distintas secciones de falla del Sistema de las Béticas Orientales se va a realizar durante el mes de mayo del 2022. Invita a todos los que quieran participar en la campaña.

12:30-12:40 h. José Antonio Álvarez (UCM). Resultados del proyecto QuakeStep y planteamientos del proyecto SHaKER.

José A. Álvarez presenta los principales resultados obtenidos en el proyecto ActiveStep; un proyecto coordinado en el que han participado como Investigadores Principales Jose J. Martínez Díaz y él en la UCM, Raul Pérez López en el IGME y Alejandra Staller en la UPM. Presenta brevemente los resultados del proyecto de la UPM relativos a datos geodésicos así como los de la UCM analizando datos geológicos y modelos numéricos. Presenta además los objetivos y tareas principales planteadas en el contexto de un nuevo proyecto coordinado; el proyecto SHaKER, en el que ejercerá de IP de nuevo junto a José J. Martínez Díaz y colaborarán con la UPM, siendo A. Staller la IP de este subproyecto, y con la UAM con Carolina Canora como responsable del otro subproyecto coordinado.

12:40-12:50 h. Gia Khazaradze (UB). Objetivos de las actividades GNSS en EBSZ del proyecto NSOURCES: 2022-2025.

Gia Khazaradze presenta los objetivos y tareas a desarrollar en el contexto del proyecto NSOURCES. Este proyecto dirigido por R. Pallás y E. Masana plantea investigaciones tanto en el sistema de falla de las béticas orientales, como continuación de los trabajos realizados hasta el momento con la red CUATENEO y en colaboración con el grupo de la UCM y la UPM, así como en algunas zonas de los pirineos. Como parte del proyecto está analizando también la deformación en el contexto regional de la Península Ibérica y muestra interesantes datos del movimiento rotacional de la misma, así como datos preliminares de la posible velocidad de la Falla de Palomares, muy superior a la estimada hasta ahora, con unos valores entorno a los 0,6-0,7 mm/año.

12:50-13:00 h. Julián García Mayordomo (IGME). Resultados sobre peligrosidad sísmica del proyecto PREVENT y planteamientos sobre el tema del proyecto NSOURCES.

Julián García Mayordomo hace un breve resumen de los principales resultados y conclusiones relativas a la peligrosidad sísmica obtenidas en el proyecto PREVENT, finalizado en 2020 y liderado por Eulalia Masana. A partir de estos resultados plantea una serie de reflexiones sobre la forma de abordar la peligrosidad sísmica y las diferentes metodologías que se están desarrollando a nivel

internacional y en el contexto de Fault2SHA. En relación con esto presenta además los objetivos relacionados con la peligrosidad sísmica que se abordarán en el proyecto NSOURCES haciendo especial hincapié en la necesidad de utilizar modelos de recurrencia en fallas para su incorporación a la peligrosidad sísmica.

Sesión 3 (15:00-17:00 h):

Ideas para futuras líneas de trabajo y discusión

15:00-15:30 h. Marisol Moterrubio (BSC). Seismic Scenarios simulated by TREMOL (sTochastic Rupture Earthquake MOdel)

Marisol Monterrubio imparte una charla sobre los fundamentos y aplicaciones del modelo TREMOL desarrollado en el grupo de Aplicaciones Geofísicas del Centro de Supercomputación de Barcelona. Este algoritmo se basa en los modelos FBM (Fiber Bundle Model) utilizados clásicamente para el modelado numérico del comportamiento de materiales fibrosos ante esfuerzos de tracción. Este modelo funciona como un autómata celular con capacidad de reproducir el comportamiento estadístico de las series sísmicas y se está investigando su aplicación a la generación de catálogos sísmicos sintéticos. El modelo está en pleno desarrollo y tiene gran potencial debido a su fácil adaptación a las infraestructuras HPC (High Performance Computing). La charla suscita gran interés y tiene lugar un turno de preguntas sobre la aplicabilidad del modelo.

Discusión del grupo

Tras las charlas planificadas tiene lugar un espacio de debate en el que se plantean cuestiones relacionadas con las mismas, así como relacionadas con conceptos y metodologías empleadas en el contexto del Fault2SHA. A lo largo del debate surgen intervenciones de varios miembros y comentarios y aclaraciones interesantes de lo presentado a lo largo del día. Las principales cuestiones debatidas se presentan a continuación:

- Se pone de manifiesto la necesidad de mejorar los modelos geológicos 3D de las fallas, siendo estos de vital importancia para el desarrollo de los modelos numéricos.
- Se debate acerca de las posibles incertidumbres asociadas a las tasas de deformación calculadas con paleosismología para algunos segmentos, viéndose un claro incremento de la tasa estimada con la proliferación de estudios en el mismo segmento.
- Hay un interesante intercambio de ideas relativo al concepto de superciclo atendiendo a los resultados presentados por Raquel Martín Banda y Octavi Gómez Novell. Se debate acerca del significado tectónico y cinemático de estos superciclos y las incertidumbres ligadas a la falta de registro sedimentario necesario para definir con precisión dichos ciclos.
- Se plantea también la posible relación entre estos ciclos de aceleración con cambios eustáticos relacionados con cambios climáticos.
- En relación con el slip rate, y teniendo en cuenta su variación en el tiempo (súper ciclos), se plantea cuál sería el periodo temporal más representativo para tener en cuenta en un cálculo de peligrosidad sísmica de una falla.
- Surge la discusión sobre qué parte de la deformación de una falla ha sido liberada de manera sísmica y asísmica, y que influencia tiene esto en la estimación de los slip rates a partir de datos de trincheras paleosísmicas.
- Se plantean las diferencias y similitudes en los resultados obtenidos con los modelos de peligrosidad basados en escenarios en fallas (SHERIFS) con los modelos basados en la física de los terremotos (RSQSIM). Los resultados de ambas metodologías son compatibles entre sí a pesar de las diferencias en la aproximación. Se plantea como mejorar dichos modelos y se propone la posibilidad de hacer un taller del laboratorio de las béticas dedicado a modelos.
- Se plantea la importancia de analizar con detalle la sismicidad histórica para relacionarla con fallas concretas y aplicarlo en la modelización tiempo dependiente. Yolanda de Pro explica la metodología con la que está modelando los campos de intensidad de diferentes terremotos

históricos a partir de rupturas en fallas específicas y comparándolos con los campos de intensidades de que se dispone.

- Se muestra interés en tener disponibilidad a los datos GNSS actualizados con los últimos cálculos de velocidades. También se habla de la diferenciación entre las deformaciones sísmica-asísmica o cosísmica-postsísmica en una falla y se comenta el potencial de tener una red GNSS para poder distinguir y estimar este tipo de movimientos.
- María Ortuño plantea la necesidad de mejorar la coordinación entre grupos a la vista de los objetivos de los proyectos presentados para que no haya solape y potenciar el trabajo en común. Eulalia Masana y otros participantes plantean que en realidad no es problemático que puedan solaparse algunas investigaciones. Se recuerda además que algunos miembros del equipo Fault2SHA son además miembros de los equipos de investigación de varios de los proyectos presentados, con lo que la coordinación no debería ser un problema.
- Se informa que en un futuro cercano Julián García Mayordomo renunciará a su puesto en el executive committee de Fault2SHA y se anima a los miembros del laboratorio de las béticas a que presenten su candidatura para tomar el relevo.